

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08298433 A**

(43) Date of publication of application: **12.11.86**

(51) Int. Cl.

**H03H 9/64**  
**H03H 9/145**  
**H03H 9/25**

(21) Application number: **08147008**

(22) Date of filing: **10.08.86**

(62) Division of application: **07211553**

(71) Applicant: **HITACHI LTD HITACHI DENSHI LTD**

(72) Inventor: **HIKITA MITSUTAKA**  
**SUMIOKA JUNJI**  
**ISHIDA YOSHIKATSU**

(54) **SURFACE ACOUSTIC WAVE FILTER**

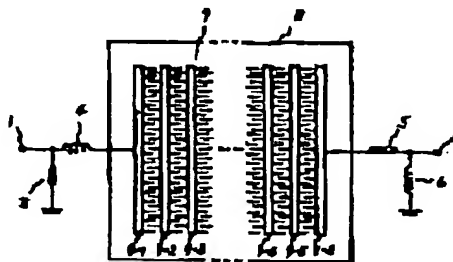
(57) Abstract

PURPOSE: To improve power resistance by arranging three common electrodes or over onto a piezoelectric substrate opposite to each other and using numbers of pairs of electrode fingers for one-opening surface acoustic wave resonator to expand the area of electrode conductors.

CONSTITUTION: Common electrodes 9-1...9-6 are arranged in parallel on a piezoelectric substrate 8 and electrode fingers formed interdigitally are connected to each common electrode. The electrode 9-1 (9-2) at both ends is provided with a matching circuit comprising inductors 3, 4 (5, 6) with respect to an input (output) load with a signal input terminal 1 (output terminal 2). The one-opening surface acoustic wave resonator is formed between the adjacent common electrodes and the filter is formed by using the capacitance between the common earth and the piezoelectric substrate 8 comprising the common electrodes and the electrode fingers. Numbers of pairs of electrode fingers are adopted for the one-opening surface acoustic wave resonator to obtain a large area of the electrode conductors, injected power to the filter over a wide range, and the breakdown resistance to the one-opening

surface acoustic wave resonator is strengthened against migration because of a small electrode loss.

COPYRIGHT: (C)1996,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-298433

(43) 公開日 平成8年(1996)11月12日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H	9/64	7259-5 J	H 0 3 H	9/64 Z
	9/145	7259-5 J		9/145 C
	9/25	7259-5 J		9/25 C

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平8-147008  
(62) 分割の表示 特願平7-211553の分割  
(22) 出願日 昭和60年(1985)3月27日

(71) 出願人 000005108  
株式会社日立製作所  
東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地  
(71) 出願人 000005429  
日立電子株式会社  
東京都千代田区神田和泉町1番地  
(72) 発明者 正田 光孝  
東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地  
株式会社日立製作所中央研究所内  
(72) 発明者 住岡 淳司  
東京都小平市御幸町32番地 日立電子株式  
会社小金井工場内  
(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

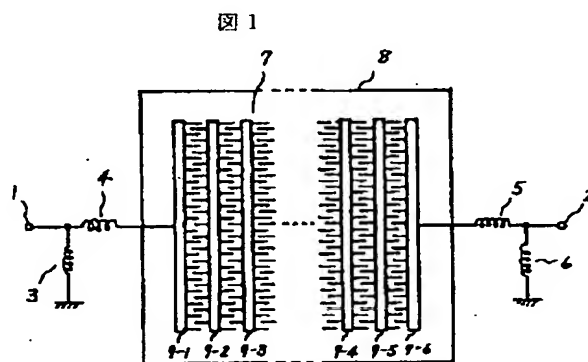
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波フィルタ

(57) 【要約】

【目的】 耐電力性のすぐれた弾性表面波フィルタを実現する。

【構成】 一圧電性基板上に3個以上の共通電極を配置し、両端以外の共通電極には両方の側に電極指を接続し、かつこれらの複数個の電極指のうちの2個ずつを互いに交互に間挿して複数対の電極指を配置し、相隣る2つの共通電極間で構成される複数個の弾性表面波共振器の入出力端子に外部負荷との整合回路を設けると共に、弾性表面波共振器を構成する共通電極および電極指と共通アース間の圧電性基板による容量を利用してフィルタを構成する。ここで、複数個の弾性表面波共振器の中の少なくとも一部の弾性表面波共振器は他の弾性表面波共振器と共振周波数が異なる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】一圧電性基板と、該圧電性基板上に向き合  
って一方向に配置された3個以上の共通電極と、該3個  
以上の共通電極のうちの両端に配置された2個の共通電  
極には上記一方向でかつそれら以外の他の共通電極側に  
のみ接続され、上記他の共通電極には上記一方向の両方  
の側に接続された複数個の電極指と、信号入力端子と、  
信号出力端子と、外部負荷との第1および第2の整合回  
路と、共通アースと、容量を有し、上記複数個の電極指  
のうちの2個ずつが互いに交互に間挿されて上記圧電性  
基板上に複数対の電極指として配置され、相隣る2個の  
上記共通電極間は弾性表面波共振器を構成しており、複  
数個の該弾性表面波共振器の中の一部の弾性表面波共振  
器と他の弾性表面波共振器とは共振周波数が異なっており、  
上記第1の整合回路は上記圧電性基板上の一方の端  
の上記共通電極と上記信号入力端子の間に電気的に接続  
されており、上記第2の整合回路は上記圧電性基板上の  
他方の端の上記共通電極と上記信号出力端子の間に電気  
的に接続されており、上記容量は上記共通電極および上  
記電極指と上記共通アースの間の上記圧電性基板による  
容量であり、かつ0.5Wより大きく4W以下の耐電力  
用であることを特徴とする弾性表面波フィルタ。

【請求項2】上記弾性表面波フィルタは2W以上4W以  
下の耐電力用であることを特徴とする請求項1記載の弾  
性表面波フィルタ。

【請求項3】上記圧電基板は36°回転YカットX伝搬  
LiTaO<sub>3</sub>であることを特徴とする請求項1又は2に  
記載の弾性表面波フィルタ。

【請求項4】上記弾性表面波フィルタは送信用フィルタ  
である請求項1乃至3のいずれか一項に記載の弾性表面  
波フィルタ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は弾性表面波フィルタ、更  
に詳しく言えば圧電性基板上にインタディジタルな電極  
指を配して構成されたトランスデューサより成る弾性表  
面波共振器を複数個組合せてなるバンドパス、あるいは  
バンドリジェクションフィルタの構成に関するものであ  
る。

## 【0002】

【従来の技術】弾性表面波フィルタは上述の如く圧電性  
基板上に簡単な形状の薄い導電性導体を配したトランス  
デューサを形成するものであるため、極めて小型でかつ  
安定な特性のフィルタを実現できる利点を持っている。

【0003】この種の弾性表面波フィルタに要求される  
主な特性は低損失でかつ、急峻な周波数特性すなわちパ  
ス（通過領域）とリジェクション（阻止領域）の境で減  
衰特性が急激に変化できる特性を持つことである。又、  
最近、特に注目されていることは耐電力特性すなわち、  
大電力の信号に対して所定のフィルタとして動作するこ

とが重要となっている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】従来種々の弾性表面波  
フィルタが知られているが、耐電力性についてはあまり  
配慮がなされていない。耐電力性を向上するために、電  
極材料を改良するものがあるが、それでも、現在開発さ  
れているものは0.5ワット以下のものしか使用されて  
いない。

【0005】したがって、本発明の主な目的は耐電力性  
のすぐれた弾性表面波フィルタを実現すること、すなわ  
ち、数ワット以上の電力の信号にも使用できる弾性表面  
波フィルタを実現することである。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は、上記目的を達  
成するため、一圧電性基板上に3個以上の共通電極を向  
き合って一方向に配置し、この3個以上の共通電極のう  
ちの両端に配置された2個の共通電極には一方向でかつ  
これら以外の他の共通電極側にのみ、そして他の共通電  
極には一方向の両方の側に電極指を接続し、かつこれら  
の複数個の電極指のうちの2個ずつを互いに交互に間挿  
して複数対の電極指を配置し、相隣る2つの共通電極間  
で構成される複数個の弾性表面波共振器の入出力端子に  
外部負荷との整合回路を設けると共に、弾性表面波共振  
器を構成する共通電極および電極指と共通アース間の圧  
電性基板による容量を利用してフィルタを構成したもの  
である。ここで、複数個の弾性表面波共振器の中の少な  
くとも一部の弾性表面波共振器は他の弾性表面波共振器  
と共振周波数が異なっている。また、0.5Wより大き  
く4W以下の耐電力用である。

## 【0007】

【作用】上記構成によれば以下の詳細な説明で明らかと  
なるように、入力電力の一部（高周波成分）は音響エネ  
ルギーに変換されることなく、直接出力側に伝達される  
ため、電極材料、あるいは基板にかかる機械的応力が削  
減され、大電力の信号に耐える（例えば2～4watt）弾  
性表面波フィルタを実現できる。すなわち、大電力の信  
号に耐える（例えば2～4watt）弾性表面波フィルタを  
実現できることの第1理由は、通常の圧電結晶は良質な  
誘電体であるので、大電力信号により1開口弾性表面波  
共振器の電極導体とアースの間に数wattの入射電力によ  
り非常に高い電圧が誘起されても、1開口弾性表面波共  
振器の電極導体とアースの間の圧電基板容量が破壊する  
ことはない点にある。このことを、圧電基板容量の代り  
に1開口弾性表面波共振器を用いた特公昭58-1850号公  
報に記載された弾性表面波フィルタとの比較で説明す  
る。特公昭58-1850号公報に記載の1開口弾性表面波フ  
ィルタは、直列接続した2ヶの1開口弾性表面波共振器  
の接続点とアースとの間に、圧電基板容量ではなく1開  
口弾性表面波共振器を導入しT型回路を形成することで  
必要な周波数特性を実現している。しかし、本発明者が

実験により検討したところ、この 1 開口弾性表面波共振器に、フィルタの通過帯域の周波数成分を持つエネルギーの一部が流れ込み、アースを通過して入力側に戻ってくるため、大電力が入射するとこの 1 開口弾性表面波共振器が破壊される現象が生じることが分った。この破壊は 1 開口弾性表面波共振器の電極指間の電極材料のマイグレーションによるものである。また、第 2 の理由は、本発明は 1 開口弾性表面波共振器に多数対の電極指を用いるため電極導体の面積が大きい。その結果、フィルタの入射電力が広い範囲に渡って分散されて電力損失が本質的に少なく、すなわち 1 開口弾性表面波共振器部での熱放散性が良く、電極材料あるいは基板に発生する機械的応力が低減されて電極指間の電極材料のマイグレーションの発生による 1 開口弾性表面波共振器の破壊に強い点にある。

【0008】また、本発明の圧電基板容量は非常に重要な意味をもつ。すなわち、圧電基板容量はフィルタの周波数特性を合成する構成要素の一つとして意図的に用いているのであり、所謂寄生容量とはその重要性が全く異なる。さらに、本発明では、多数対電極指より成る 1 開口弾性表面波共振器を用いているので電極指部分の面積が広く、比較的容易にアースに対する必要な容量を確保出来る。

【0009】

【実施例】以下、実施例によって本発明を詳細に説明する。

【0010】図 1 は本発明による弾性表面波フィルタの一実施例の構成を示す図である。

【0011】同図において、1 は信号入力端子、2 はフィルタの出力端子である。圧電性基板 8 上には平行に共通電極 9-1...9-6 が配置され、各共通電極 9 には互に交互に間挿された電極指が接続されている。共通電極 9-1 は入力端子を構成し信号入力端子 1 との間にインダクタンス 3 及び 4 からなる入力負荷との整合回路が形成され、又共通電極 9-6 は出力端子を形成し、フィルタ出力端子 2 との間に、出力負荷との整合回路を構成するインダクタンス 5 及び 6 が設けられている。上記構成において、相隣る 2 つの共通電極間には図 2 に示すような、多数対トランスデューサによる 1 開口弾性表面波共振器を構成する。ここで、1 開口弾性表面波共振器 (one port SAW resonator) とは、アイーイーイーイーウルトラソニックス シンポジウム プロシーディング 1978 年、第 573-578 頁 (IEEE Ultrasonics Symp. 1978, pp. 573-578) に記載されているように、弾性表面波の励振又は受信に係わるトランスデューサが 1 個である弾性表面波共振器のことである。一般に、弾性表面波共振器はトランスデューサの両側に弾性表面波の反射器を導入する場合が多いが、図 2 に示すようにトランスデューサの電極指の対数が非常に多い場合は、両側に反射器がなくても、トランスデューサ自身の電極指による内部

反射で振動エネルギーが閉じ込められるので共振器となる。図 1 のフィルタは 1 開口弾性表面波共振器が共通電極 9-2, ..., 9-5 で電気的に直列接続されている。また、1 開口弾性表面波共振器を構成するトランスデューサ内で励振された弾性表面波はトランスデューサの端部に達するまでに他の電極指との間で多重反射を繰り返しながらトランスデューサの端部に達してトランスデューサの外部へ漏れる。しかし、この漏れ弾性表面波のエネルギーは、トランスデューサ内部で多重反射を繰り返している弾性表面波の全エネルギーに比べると非常に小さい。しかも、漏れの方向は 1 開口弾性表面波共振器の電気的直列接続の方向と直交している。したがって、各 1 開口弾性表面波共振器の間で弾性表面波が相互作用することはない。以下、簡単のため、フィルタの基板構成要素である 1 開口弾性表面波共振器を図 2 の構成で説明する。

【0012】図 3 (a) は上記図 2 の共振器の電気的等価回路を示す。一般に弾性表面波共振器は電極間の静電容量  $C_0$  と並列に、共振によるインダクタンス  $L_1$  と容量  $C_1$  の直列回路を接続した形で表わされる。このような共振器のインピーダンス特性は図 3 (b) に示すように共振周波数  $f_r$  でインピーダンスがほぼ 0、反共振周波数  $f_a$  でほぼ無限大になる。

【0013】従って、図 1 に示す弾性表面波フィルタは図 4 の等価回路で表わすことができる。

【0014】入出力端子 1, 2 に接続された並列インダクタンス 3, 6 および直列インダクタンス 4, 5 は図 1 と同様外部の整合回路を示す。また、弾性表面波共振器には図 3 (a) の等価回路を用いた。

【0015】図中点線で示した容量は、各共振器の電極指および共振器間を結び付ける電極、または、入出力端子電極の共通アースに対する容量を示す。ここで、共通アースとは、図 1 の圧電基板 8 を接着剤あるいは半田付け等でパッケージあるいは回路基板に固定する場合の、パッケージあるいは回路基板のアース面のことである。これ等の容量は図 4 では点線で示したが、共振器間を結び付ける電極、または、ボンディングパッド等の入出力端子電極の面積を増減することによって任意に設定することができる。また、圧電基板 8 の板厚を変化させることによっても任意に設定可能である。さらに、これ等の容量は必要に応じて外部に設けたチップキャパシタ等によって形成しても良い。

【0016】図 1 の構成では、図 4 の等価回路から分かるように、各共振器の共振周波数より低い周波数では、各共振器のインピーダンスはほぼ電極間の容量 (36, 37...39) のみとなるため図 5 (a) のように表わされる。また、各共振器の共振周波数の近傍では、各共振器は共振によるインダクタンスと容量の直列接続 (51, 52...54) に近い形で図 5 (b) のように表わされる。各共振器の反共振周波数の近傍では、各共振器は電極間の容量

と共振によるインダクタンスの並列接続 (65, 66...68) に近い形で図 5 (c) のように表わされる。反共振周波数より十分高い周波数では、共振器は再び電極間の容量のみとなり図 5 (a) のように表わされる。なお、40, 41...45, 55, 56...60, 69, 70...74 はトランスデューサの電極導体と共通のアースとの間の等価容量を示す。

【0017】次に、図 1 の構成がバンドパスフィルタあるいはバンドリジェクションフィルタとなることを説明する。フィルタとしての通過帯域は共振周波数あるいは共振周波数より低い周波数に設定した場合に関して説明する。

【0018】一般に、このような構成では、フィルタの通過帯域は共振周波数の近傍に設定するのが、好ましい。この帯域では、図 5 (a), (b) は簡略化され、近似的に図 5 (d) のように表わされる。すなわち、弾性表面波共振器は、単なる共通アースに対する容量のみで表わすことが出来るため、外部回路によって常に入出力負荷と整合が可能である。

【0019】通過帯域より低い周波数では、フィルタの等価回路は図 5 (a) のように圧電基板容量と 1 開口弾性表面波共振器の電極間の静電容量  $C_0$  で表される。ここで、弾性表面波共振器の等価回路が電極間の静電気容量  $C_0$  で表されるのは、図 3 (a) から明らかである。したがって、通過帯域により低い周波数帯域では圧電基板容量および弾性表面波共振器の電極間静電容量  $C_0$  の両容量ともインピーダンスが大きいので、フィルタは減衰域となる。通常帯域より高い周波数では、まず反共振周波数の近傍では図 5 (c) のように表わされ、弾性表面波共振器は反共振によってインピーダンスがほぼ無限大となるため、フィルタは減衰域となる。さらには反共振周波数より高い周波数帯域では圧電基板容量の影響が相対的に大きくなるため、フィルタの等価回路は図 5 (d) のように圧電基板容量のみで表され、この場合もフィルタは減衰域となる。

【0020】以上の構成は、各共振器の共振周波数の近傍を通過帯域、反共振周波数の近傍を減衰域とするため、通過帯域の高域側に非常に急峻な立上り特性が要求されるバンドパスフィルタ、あるいはバンドリジェクションフィルタに好適な構成である。

【0021】図 6 に、本構成によるフィルタの周波数特性例を示す。弾性表面波共振器は、対数が 400 の多数対トランスデューサを用いた。圧電基板は  $36^\circ$  回転 Y カット X 伝搬  $\text{LiTaO}_3$  を用い、基板表面に 20 ケの弾性表面波共振器と共振器間を直列接続する電極パターンおよびボディングパッドを形成した。基板厚は、共通アースに対する電極指および、接続電極部、ボディングパッド容量が所望の値となるように 0.35mm とした。

【0022】周波数特性は、825~845MHz を通過域、870~890MHz を減衰域とする自動車電話の送信フィルタを想定した。高域側に急峻な立上り特性を得ると同時に、減

衰域の幅を広く取るため、以下の設計思想に基づいて設計した。図 1 の 9-1, 9-2, ..., 9-6 に相当する共通電極を圧電基板上に 21 ケ形成して 20 ケの 1 開口弾性表面波共振器と成した。さらに、図 3 (b) に示される 1 開口弾性表面波共振器のインピーダンス特性を、フィルタの入力側から順に、隣合う 2 ケの 1 開口弾性表面波共振器ずつ同じくして、10 グループの共振器と成した。各グループの共振器間は互に、共振周波数  $f_r$  および反共振周波数  $f_a$  を若干ずらし、これらがフィルタの入力側から出力側へ向かって徐々に高くなるように構成した。また、各 1 開口弾性表面波共振器の電極導体と共通アースの間にはかなり大きな値の圧電基板容量が必要であり、この容量は圧電基板の厚さを 0.35mm と比較的薄くすることにより確保した。これ等の設計により、高域側の急峻の立ち上り特性と広帯域な減衰域を実現している。外部整合回路は、図 1 に示すのと同様、入出力各々直列と並列のインダクタンスを用いた。

【0023】図 6 に示すように通過帯域 (825~845MHz) の損失 0.5dB 以下で、減衰域 (870~890MHz) の損失 30dB 以上の特性が得られた。また、立上り特性は非常に急峻で従来の弾性表面波フィルタでは実現が困難な特性を実現している。また、本フィルタは、最近フィルタの良さを表わすパラメータの一つとなってきたハンドリングパワー (通過電力) が非常に大きい特徴がある。実験結果では 30dBm 以上の通過電力にも十分耐えた。

【0024】通過電力が非常に大きい理由としては、圧電基板として用いた  $36^\circ$  回転 Y カット X 伝搬  $\text{LiTaO}_3$  はその  $\tan \delta$  が極めて小さい良質な誘電体結晶であり、弾性表面波共振器の電極導体とアースの間で形成される圧電基板容量に、数 watt の入射電力により非常に高い印加電圧が生じるにもかかわらず、圧電基板容量が破壊しないことがあげられる。

【0025】一般に、弾性表面波フィルタは、大電力を入射すると、弾性振動の非線形効果のため、入射周波数  $f_1$  に対して  $2f_1$ ,  $3f_1$  等の高調波を発生する。本フィルタは、非線形効果も非常に小さく、30dBm (1Watt) 以上の通過電力に対して、 $2f_1$ ,  $3f_1$  等の高調波は通常のスペクトルアナライザでは観測出来なかった。

【0026】以上、図 1 の構成では、通過帯域の高域側に急峻な減衰域が存在する場合について説明した。通過帯域の低減側に減衰域が存在する場合には、弾性表面波共振器の反共振周波数を通過帯域の低域側に設定し、外部回路によって、通過帯域で整合を取れば良い。計算機シミュレーションの結果、通過帯域の損失は、高域側に減衰域が存在する場合に比べ若干増加するが、同様なフィルタが可能である。

【0027】図 7 に、本発明による弾性表面波フィルタの他の実施例を示す。図 7 は、入出力間のアイソレーションを良くするため、フィルタを複数個 7-1, 7-2 に分割し、間にアース電極 13 を挿入し、ワイヤボンディ

7

ング、クロスオーバーパターン等で接続したものである。また、図 7 は、フィルタを複数個のチップに分割し、同一パッケージ内または別パッケージに実装後互いに接続しても同様の効果が得られる。

#### 【0028】

【発明の効果】本発明によれば、弾性表面波フィルタの耐電力特性をワットオーダに向上させることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

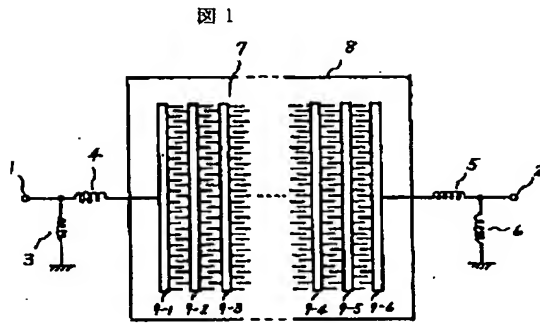
【図 1】本発明による弾性表面波フィルタの一実施例の構成を示す図である。

【図 2】図 1 及び図 7 のフィルタを構成する 1 開口弾性表面波共振器の構成図である。

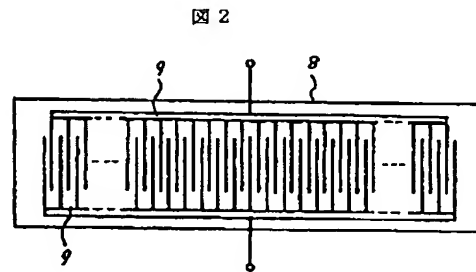
【図 3】図 2 の 1 開口弾性表面波共振器の等価回路及び特性を示す図である。

【図 4】図 1 のフィルタの等価回路を示す図である。

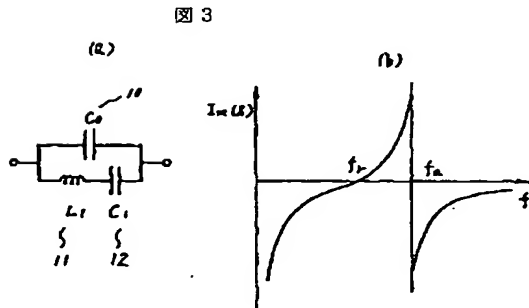
【図 1】



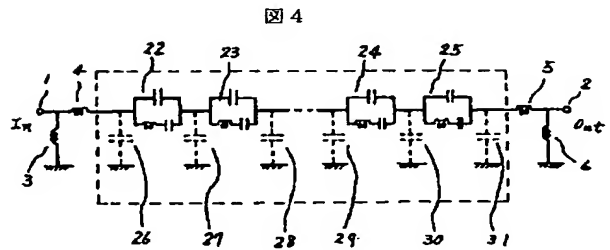
【図 2】



【図 3】



【図 4】



8

【図 5】周波数に対応して図 4 を書き変えた回路図である。

【図 6】本発明における一実施例の周波数特性図である。

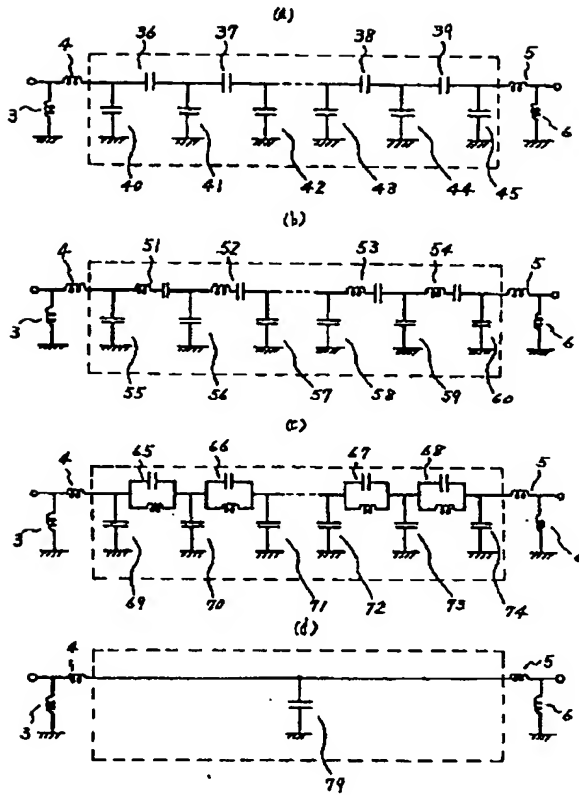
【図 7】本発明による弾性表面波フィルタの一実施例の構成を示す図である。

#### 【符号の説明】

1, 2…信号入力端子および出力端子、3, 4, 5, 6…インダクタンス、8…圧電性基板、9…共通電極、7…1 開口弾性表面波共振器用トランスデューサ、10…1 開口弾性表面波共振器用トランスデューサの電極指間誘電容量、11…1 開口弾性表面波共振器の等価共振インダクタンス、12…1 開口弾性表面波共振器の等価共振キャパシタンス、13…アース電極。

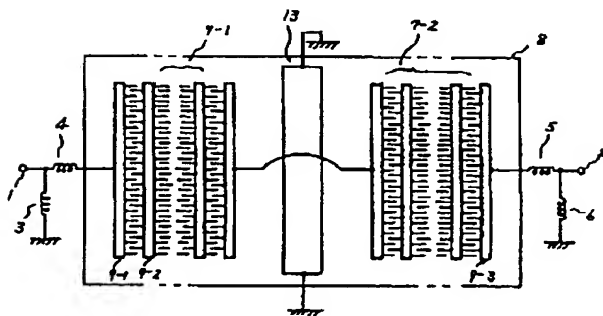
【図5】

図5



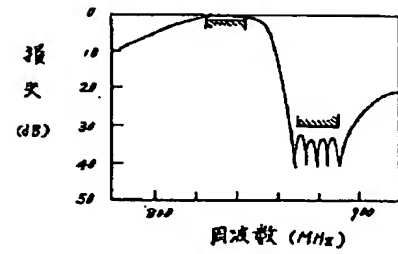
【図7】

図7



【図6】

図6



フロントページの続き

(72)発明者 石田 喜勝

茨城県勝田市大字稲田1410番地 株式会社  
日立製作所東海工場内